

Stefanie Kaiser  
Dr. med.

## **Auswirkungen der Jetlavage und Zementaugmentation auf die trabekuläre Knochenstruktur: Eine in vivo Schafstudie**

Promotionsfach: Chirurgie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Peter-Jürgen Meeder

Die steigende Anzahl von osteoporotisch bedingten Frakturen macht es notwendig, die chirurgische Versorgung des osteoporotisch veränderten, instabilen Knochens zu optimieren. Eine neue Fixationsmethode der dynamischen Hüftschraube (DHS), bestehend aus einer PMMA-Augmentation mit vorheriger Jetlavagespülung, konnte in vitro eine verbesserte Implantatfestigkeit zeigen. Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die biologischen Auswirkungen dieser neuen standardisierten Irrigation-Augmentationsmethode auf die Knochenspongiosa zu evaluieren.

Hierzu wurden 16 Schafe in zwei Gruppen („unzementiert“ und „zementiert“) mit  $n = 8$  randomisiert aufgeteilt. Anhand eines bilateralen, in vivo Bohrlochdefektmodells ( $\varnothing 8$  mm) an Femurkondylen, wurden die Reaktionen sowie das Knocheneinwachsverhalten des spongiösen Knochens untersucht, nachdem das Knochenlager durch eine Druckspülung (Jetlavage) mit 200 ml Ringerlösung gereinigt wurde. In einer zweiten Tiergruppe wurde das Bohrloch zusätzlich mit 2 ml PMMA Knochenzement augmentiert. Die Knochenreaktionen innerhalb und in der Peripherie des Bohrloches wurden sowohl mittels peripherer quantitativer Computertomographie als auch licht- und fluoreszenzmikroskopisch untersucht. In einer vorgeschalteten in vitro Temperaturuntersuchung an Rinderspongiosa wurden mit Hilfe von Thermosensoren die zu erwartenden Temperaturen der exothermen Reaktion des PMMA-Zements gemessen. Die Messungen ergaben, dass die Jetlavage keinen Einfluss auf die Höhe der Temperaturentwicklung während der exothermen Reaktion des PMMA-Zements hat, da beide Gruppen (lavagiert und nicht lavagiert) fast identische Ergebnisse lieferten. Weiterhin waren in der in vivo Studie in beiden Gruppen keine ausgedehnten, temperaturbedingten Nekroseareale zu erwarten, da in den Interfacezonen, mit dem verwendeten Testsetup, lediglich Temperaturen von  $46,7 \pm 2,1^\circ\text{C}$  (lavagierte Gruppe) und  $46,6 \pm 2,3^\circ\text{C}$  (nicht lavagierte Gruppe) gemessen wurden.

In der Hauptstudie konnte gezeigt werden, dass die unzementierten nicht lavagierten Proben nach 13 Wochen in vivo ein signifikant ( $p = 0,001$ ) höheres Knocheneinwachsverhalten in das Bohrloch zeigten, wohingegen die unzementierten, lavagierten Proben in der Peripherie des Bohrloches ein signifikant ( $p = 0,02$ ) höheres Knochenvolumen besaßen. Durch die Lavagespülung kam es zu einer Umverteilung des präparationsbedingten Bohrmehls. So wurde das Bohrmehl in den lavagierten Proben durch den Lavagedruck nicht komplett entfernt, sondern in die Peripherie des Bohrloches verschoben und triggerte dort durch sein osteogenes Potential die Knochenformation.

Weiterhin konnte anhand von pQCT-Messungen gezeigt werden, dass durch die Jetlavagespülung sowohl innerhalb des Bohrloches als auch in der Bohrlochperipherie eine größere mittlere Trabekeldichte (MEAN 2) erreicht werden kann.

In den beiden zementierten Behandlungsgruppen (lavagiert und nicht lavagiert) ließen sich histologisch keine großen Unterschiede feststellen. In beiden Gruppen zeigte sich ein bindegewebiges Interface zwischen Knochen und Zement. Sowohl in den lavagierten als auch in den nicht lavagierten Proben konnte die Vitalität der Interfacetrabekel anhand der Fluoreszenzdurchleuchtung nachgewiesen werden.

Allerdings konnte in den zementierten, lavagierten Proben das zuvor in der Peripherie der unzementierten, lavagierten Proben gezeigte vermehrte Knochenvolumen und die vermehrte Knochendichte aufgrund der nicht durchführbaren pQCT-Auswertung der zementierten Proben nicht bestätigt werden. Histologische Unterschiede ließen sich in den beiden zementierten Behandlungsgruppen (lavagiert und nicht lavagiert) nur in der Verteilung der Bohrfragmente feststellen. Wie in den unzementierten Proben waren in den lavagierten Proben Knochenfragmente in der Peripherie zu beobachten.

Anhand dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die lavagierte Spongiosa nicht anfälliger für thermische Knochenschäden ist und die Jetlavagespülung, trotz der Entfernung des intertrabekulären Fett- und Knochenmarks, das Knochenremodelling des zementierten Knochens nicht negativ beeinflusst. Somit ist die Anwendung der neuen Irrigations-Augmentationsmethode der dynamischen Hüftschraube aus biologischer Sicht unbedenklich. Daher ist es erstrebenswert, dass die Jetlavage nicht nur in der Endoprothetik und bei der Wundsäuberung einen unverzichtbaren Stellenwert einnimmt, sondern auch als Hilfsmittel bei der Frakturbehandlung des osteoporotisch, instabilen Knochens ihren generellen Einsatz findet.